

# ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE LOS TALUDES Y CONOS DE DERRUBIOS DE “LA VUELTONA” (PICOS DE EUROPA)

*Analysis of the debris talus and cones dynamic in “La Vueltona” (the Picos de Europa)*

J.J. de Sanjosé<sup>1</sup>, E. Serrano<sup>2</sup>, M. López González<sup>3</sup>, F. Soler Flores<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escuela Politécnica. Avenida de la Universidad. Universidad de Extremadura. 10003 Cáceres.

jjblasco@unex.es

<sup>2</sup> Departamento de Geografía. Universidad de Valladolid

<sup>3</sup> Departamento Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Madrid

**Abstract:** The Picos de Europa high mountain (Cantabrian Mountain) is characterized by the nivo-periglacial environment and the most important processes are nivation, related to the snowcover changes and snow avalanches, karst and periglacial. Debris talus and cones are active landforms widespread in the massif. The aim of this work is to know the participants processes in the debris transfer from the walls and talus (snow avalanches, nivation, debris flow, fall and frost) and to estimate the movement and deformation of debris talus and cones in the calcareous high mountain of Cantabrian Mountain. In “La Vueltona” from 2009 to 2013 have been made annual surveys with the Total Station IS “Imaging Station”. This instrument permits to do scanner to more than 1 km distance. The obtained data permit us to know the surface changes and deformations on cones and talus with a positional error of  $\pm 5$  cm.

**Palabras clave:** Conos de derrubios, análisis matemático, técnicas geomáticas, Picos de Europa, Cantabria.

**Key words:** Debris cones, mathematical analysis, geomatics techniques, Picos de Europa, Cantabria.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las montañas templadas, al igual que en las frías y áridas, los derrubios de ladera son muy frecuentes y generan amplios taludes y conos de derrubios. Considerados como un sistema morfogenético son de los sistemas más rápidos de transferencia de sedimentos y su funcionamiento es poco conocido en medios templados. Sus características morfológicas y sedimentológicas dependen del volumen de material, la litología, la topografía, los procesos geomorfológicos involucrados y de la historia geomorfológica local. Los procesos son muy diversos y variables en intensidad, y pueden ser relacionados con los aludes, el hielo y los flujos de derrubios (Gardner, 1979, 1983; Kotarba et al., 1987; Luckman, 1988; Francou, 1988; Huc, 2008). Actualmente, su génesis se enmarca en ambientes paraglaciaros y asociados a reajustes en las laderas que implican tasas de erosión y transporte de sedimentos muy superiores a las habituales en montañas templadas (Ballantyne, 2002).

El objetivo de este trabajo es conocer los cambios espaciales y temporales en los conos de derrubios y los procesos dominantes, tanto en la aportación de materiales como su distribución en superficie.

## 2. LA ZONA DE ESTUDIO

El relieve de los Picos de Europa se caracteriza por sus componentes morfoestructurales, el modelado kárstico y el glaciar, que con diferentes ritmos y edades, han conformado una alta montaña rocosa (González Trueba, 2007a). El grupo de Peña Vieja (2614 m) (Fig. 1) está formado por un apilamiento de escamas cabalgantes hacia el sur, compartimentadas por fracturas de dirección NW-SE, que generan una sucesión de rampas dorsales con buzamiento hacia el norte, y frentes de cabalgamiento que generan el escarpe abrupto de más de 400 metros orientado al sur.

El periglaciarismo ha generado taludes y conos de derrubios, los cuales en la actualidad están activos, así como otras formas inactivas

(Serrano y González Trueba, 2004; González Trueba, 2007a).



Fig. 1. Grupo de Peña Vieja y conos de la Vueltona.  
*Fig. 1. Peña Vieja Group and La Vueltona debris cones.*

### 3. METODOLOGÍA

Se han elegido dos conos de derrubios para el control y la cartografía de los cambios superficiales mediante técnicas geomáticas, aplicados anualmente entre los años 2009 y 2013. También se dispone de la cartografía geomorfológica, a escala 1/25.000 (González Trueba, 2007b), y de detalle de los conos y procesos del grupo Peña Vieja (Serrano y González Trueba, 2004).

Las variaciones de volumen en el tiempo y en el espacio se han medido con una estación total “Image Station” (Topcon), mediante escaneado láser con posibilidad de escaneado a una distancia superior a 1 km y un error posicional del punto medido de 2 cm.

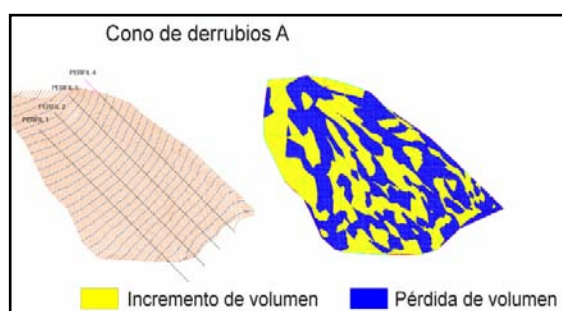


Fig. 2. Perfiles y cartografías de las variaciones espaciales para el periodo 2009-2010.

*Fig. 2. Profiles and maps of spatial variations during 2009-2010.*

Se utilizan bases de escaneado en la ladera de enfrente de los conos de derrubios, a una distancia de 800 metros al punto más alejado (Fig. 1), generando una malla de 6x6 m para la

medición general de los conos, y de 1x1 m para el canal de flujo de derrubios que surca uno de los conos de derrubios.

A partir de la malla de escaneado se genera un TIN, y posteriormente, el MDE y las cartografías de variaciones espaciales, que representan zonas de pérdida o acumulación total (Fig. 2) o para cada año (2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013). Esto, permite comparar los periodos de la dinámica de los conos de derrubios de cinco años.

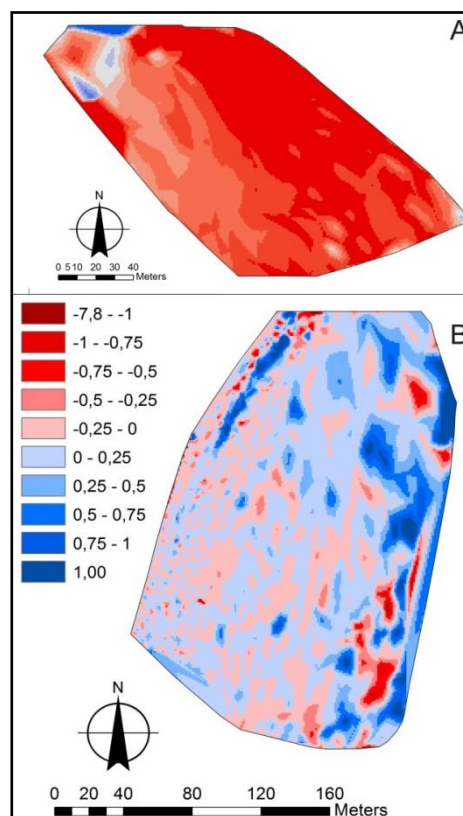


Fig. 3. Distribución del incremento y pérdida total de derrubios (2009-2012), leyenda en cm, en los conos A (arriba) y B (abajo).

*Fig. 3. Distribution of total debris increase and lost (2009-2012) in cm, in the A (up) and B (down) cones.*

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Cálculo volumétrico

Los conos de derrubios muestran una amplia variabilidad en la erosión y acumulación superficial para los años analizados (Fig. 3).

Los perfiles del cono A (Fig. 4), registran pérdida de volumen, con equilibrio entre 2009 y 2010 ( $-80 \text{ m}^3$ ) y pérdidas en los dos años siguientes (2010-2011:  $-525 \text{ m}^3$  y 2011-2012:  $-1100 \text{ m}^3$ ). La tendencia 2009-2012 es de

adelgazamiento y pérdida de volumen ( $-1705 \text{ m}^3$ ).

El cono B presenta mayor variabilidad: un incremento de volumen en 2009-2010 ( $1233 \text{ m}^3$ ), pérdida al año siguiente ( $-202 \text{ m}^3$ ) e incremento en 2011-2012 ( $2848 \text{ m}^3$ ). Por tanto, muestra un incremento de sedimentos ( $3879 \text{ m}^3$ ) en su porción proximal y pérdida en la distal, lo que acentúa el perfil cóncavo-convexo.

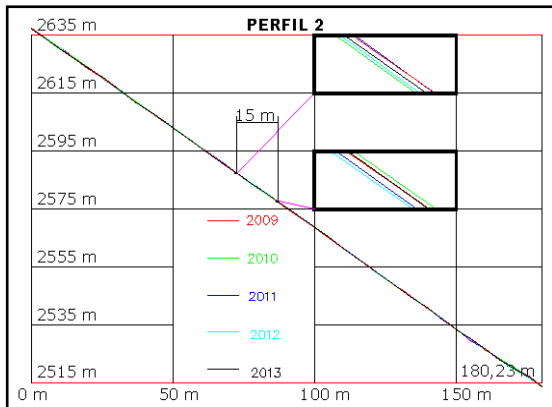


Fig. 4. Variaciones del perfil 2 de la Fig. 2 (2009-2013) en el cono A.

Fig. 4. Variations of the profile 2 in the Fig. 2 (2009 y 2013) in the cone A.

#### 4.2. Análisis de la dinámica

Para estudiar la dinámica de los conos de derrubios se analizan los perfiles buscando la relación entre las distancias de medición y cota. Para ello, se comparan dos ajustes: un comportamiento lineal por su simplicidad y uno trigonométrico, por la tendencia senoidal (Fig. 5) de algunos perfiles en la relación entre la distancia y la diferencia de cota.

- Comportamiento lineal (Fig. 6):

$$(ax + b)$$

- Comportamiento trigonométrico:

$$(a_0 + a_1 \cos(xw) + b_1 \sin(xw))$$

Donde:  $a_0, a_1, b_1, w$  son parámetros.

Para comparar el ajuste de los modelos utilizados se usa el estadístico  $R^2$  o coeficiente de determinación.

En el caso del Cono A, de los resultados se concluye que según su  $R^2$  los perfiles se ajustan bien a un modelo lineal ( $R^2 = 0.99984$ ) y podemos añadir que, en este caso, con un modelo de tipo trigonométrico obtenemos una precisión algo mayor ( $R^2 = 0.99999$ ) pero que no proporciona una diferencia

estadísticamente significativa pues el valor del  $R^2$  no compensa la complejidad del modelo, superior al lineal.

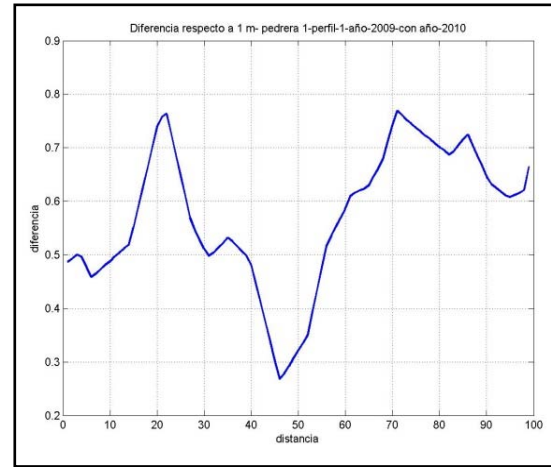


Fig. 5. Comportamiento senoidal.

Fig. 5. Sinusoidal behavior.

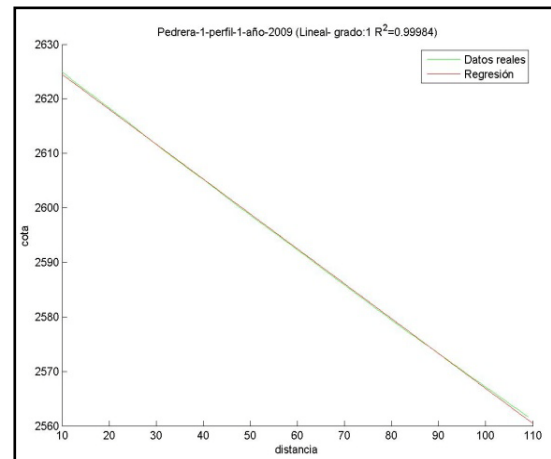


Fig. 6. Ajuste lineal de los datos del cono A.

Fig. 6. Linear fit of data in cone A.

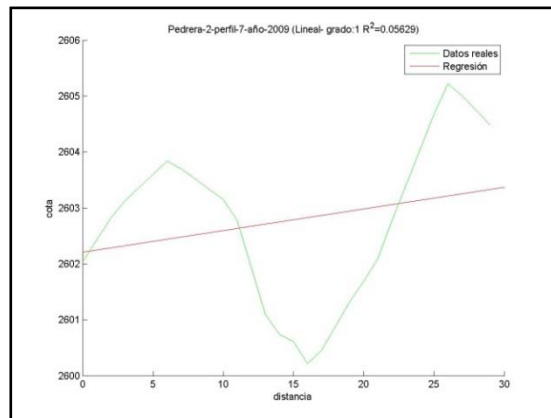


Fig. 7. Ajuste lineal de los datos del cono B.

Fig. 7. Linear fit of data in cone B.

En el caso del cono B, se observa un comportamiento trigonométrico de los datos en función de la distancia de medición.

En este caso se obtiene un ( $R^2 = 0.92138$ ) (Fig. 8) frente a un ( $R^2 = 0.05629$ ) (Fig. 7) en el modelo lineal, lo que determina un comportamiento que se ajusta muy bien a una función trigonométrica.

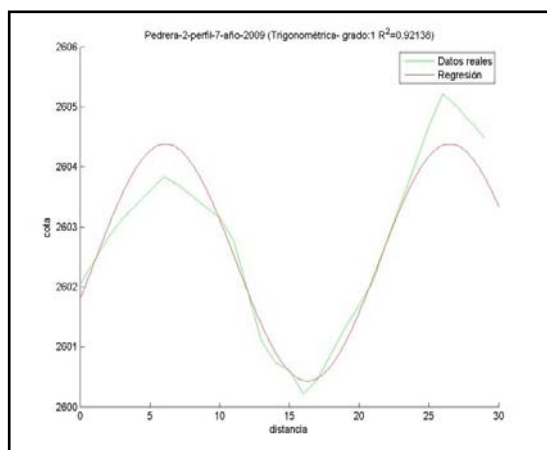


Fig. 8. Ajuste trigonométrico de los datos cono B.

*Fig. 8. Trigonometrical fit of data in cone B.*

## 5. CONCLUSIONES

Los conos de taludes analizados muestran una dinámica de cambios que superan los 50 cm anuales. Las porciones proximal y distal son las más cambiantes, si bien el dinamismo afecta a todo el cono. Que las zonas más activas sean la proximal (acumulativa) y la distal (erosiva) señala una tendencia a la convexidad de ambas formas, ligadas a procesos de caída y por aludes.

En el estado actual del análisis se aprecian dos comportamientos diferenciados: un cono de tendencia rectilínea (A), y el otro (B) cóncavo-convexo. Ambos presentan acumulación proximal y adelgazamiento distal.

La diferencia en el comportamiento de cada cono se determina en el análisis matemático. La relación entre la distancia al origen del perfil y la altura de cada punto en el perfil tiene una relación lineal para el cono A, y una relación trigonométrica para el cono B.

A partir del conocimiento detallado de las formas y sus variaciones en el tiempo podremos establecer los procesos involucrados en la dinámica de taludes y conos y su complejidad. De este modo las técnicas aplicadas a su análisis constituyen una herramienta eficaz para

el análisis de los sistemas morfogenéticos de la alta montaña.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto OAPN 053/2010 (MMARM), también ha sido financiado por la Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura (RNM014) y con Fondos FEDER. Deseamos agradecer la colaboración en el campo y el gabinete de María González García, Manuel Gómez Lende y Álvaro Gómez Gutiérrez.

## REFERENCIAS

- Ballantyne, C.K. 2002. Paraglacial geomorphology. *Quaternary Science Reviews*, 21 (18-19): 1935-2017.
- Francou, B.1988. L'Ebouilisation en Haute Montagne. Editec. Grenoble.
- Gardner, J.S. 1983. Accretion rates on some debris slopes in the Mt. Rae Area, Canadian Rocky Mountains. *Earth Surface Processes and Landforms*, 8: 347-355.
- González Trueba, J.J. 2007a. El paisaje natural del Macizo Central de los Picos de Europa. CIMA, Consejería de Medio Ambiente, Santander. 330 pp.
- González Trueba, J.J. 2007b. Geomorfología del Macizo Central del Parque Nacional de Picos de Europa. OAPN-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 231 pp.
- Huc, S. 2008. Mobilité des éboulis supraforestiers des Pyrénées orientales (France): morphodynamique et marqueurs biologiques. *Géomorphologie*, 2: 99-112.
- Kotarba, A., Kaszowski, L. y Krzemien, K. 1987. High mountain denudational system of the Polish Tatra Mountains. Polish Academy of Science, Cracovia.
- Luckman B.H.1988. Debris Accumulation Patterns on Talus Slopes in Surprise Valley, Alberta. *Géographie physique et Quaternaire*, 42 :247-278.
- Serrano, E. y González Trueba, J.J. 2004. Morfodinámica periglaciaria en el grupo Peña Vieja (Macizo Central de los Picos de Europa - Cantabria). *Cuaternario y Geomorfología*, 18 (3-4): 73-88.